

重磅推出

穿透曲线分析仪 (BTA)

一款外形紧凑、性能出色的
多功能选择性吸附系统

micromeritics.com/BTA



穿透曲线分析仪

Micromeritics 最新推出的穿透曲线分析仪 (BreakThrough Analyzer, BTA) 可提供高性能选择性吸附数据，是您研究项目的理想选择。



专为提升性能而设计

全新的**穿透曲线分析仪 (BTA)** 是一款灵活的气体输送和管理系统,可**精确表征**工艺相关条件下的吸附剂性能。**BTA**使用**动态法**为气体/蒸汽混合物的吸附提供可靠的实验数据。

一种**安全且高度优化**的设备，用于收集多组分系统的瞬态和平衡吸附数据。**BTA**可配置**多达六个精密质量流量控制器**和**获得专利的高性能混合阀**，极大地保证实验设计的灵活性。卓越的气体输送设计，可确保精确控制成分和流速，**最大限度地减少死体积**。

优质的**不锈钢样品穿透柱**仅需 0.05 - 2.5 g 样品。借助**精密可靠、坚固耐用的电阻炉**，设备可在高达 1050°C 的温度下自动活化样品。

通过伺服定位控制阀将工作压力控制在大气压至 30 bar。恒温热箱为整个系统提供高达 200°C 的**均匀温度控制**，**消除了冷点**。**BTA** 安全门锁系统**确保实验员在整个分析过程中的安全**。

可以将**蒸汽发生器**添加到 **BTA** 中，以便使用重要的蒸汽探针分子 (例如水) 进行实验研究。**BTA** 可与傅里叶变换红外分析仪 (**FTIR**) 和质谱仪 (**MS**) 系统**轻松连接**，用于气体成分的定性分析。

BTA
特点

了解更多 →

恒温热箱
防止蒸汽冷凝

全自动实验设计
可简单轻松的设置实验

触摸屏
便于仪器操作和实验条件监测

专利的高性能混合阀
优势显著，有利于气体混合和最大限度减少系统死体积

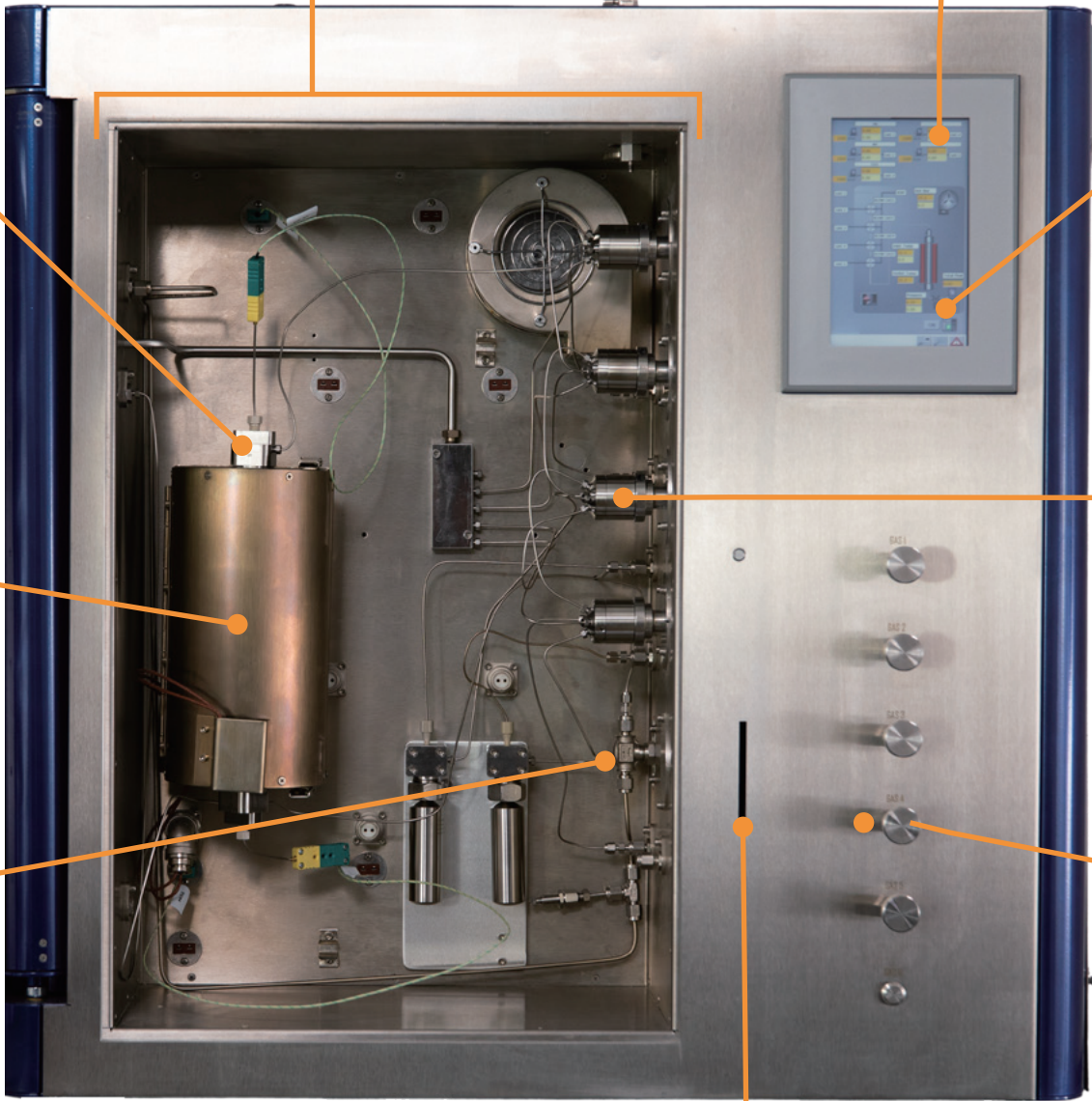
多达 6 路进气口和 2 路蒸汽源
精准的流量控制和多种气体混合，为客户提供广泛的实验方案

自动门锁
确保操作员在整个分析过程中的安全

SS316 不锈钢样品穿透柱
容量高达 2.5g，可兼容粉末、柱状、挤出物等各类样品形状，穿透柱也可个性化定制容量

电阻炉
坚固耐用，可耐 1050°C 高温

集成检测仪及其他可选配件
系统具有可扩展性，后期可通过引入检测仪及其他可选配件 (如质谱仪、GC/MS 更多蒸汽源、真空活化装置以及其他可应要求提供的装置) 来实现功能扩展





为什么选择 THE MICROMERITICS BTA?

穿透曲线分析仪 **BTA** 广泛支持多种实验条件，从样品预处理到实验分析可自动实现。
与其他吸附测量系统相比，**BTA** 具有以下多项优势：

- 可配置多达 **2** 个蒸汽源
- 自主研发、专利保护的“无死体积”混合阀
- 触摸屏控制
- **BTA 独有的**恒温热箱为整个系统提供高达 **200°C**的均匀温度控制
- **MicroActive** 软件可直观、灵活、全面的分析实验吸附数据

仪器 技术参数

电阻炉最高温度	1050°C
恒温热箱最高温度	200°C
样品质量	Up to 2.5 g
样品体积	Up to 2.5 mL



特点

测定穿透曲线
研究吸附剂动力学性能
研究多组分共吸附或置换吸附行为
测定吸附选择性
仅需少量样品即可实现高分辨率的分离性能研究
动态吸附和脱附实验研究
研究单组分和多组分吸附性能
原位样品预处理，可根据温度需求选配不同材质的样品穿透柱 (如不锈钢、石英管等)
通过 PC 实现全自动控制
可配置多达 6 个高精度质量流量控制器
可调节实验压力、流量、成分和温度
针对研究规模的大小优化穿透柱样品容量
超低死体积，可实现快速信号响应
吹扫气体和反应气体之间的自动切换
用于气体-蒸汽和蒸汽-蒸汽分离的配置
分析期间门保持锁定，以免实验过程受周围温度条件变化的影响
触摸屏
获得专利的“无死体积”混合阀，可快速切换气体
专利公开号：US 10,487,954 B2

相关应用



直接空气捕获 (DAC)

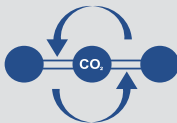
空气中的 CO_2 浓度低以及含有水分等其他杂质提高了 **DAC** 技术的难度，捕获的 CO_2 可被隔离在地下、出售或转化为增值化学品以抵消碳排放。**BTA** 可直接用于开发 **DAC** 技术。



烯烃 / 石蜡分离器

烯烃 / 石蜡分离是石油化工的核心部分，采用 **BTA** 研究烯烃 / 石蜡能源密集的分

CO_2 吸附



发电、化工厂和炼油厂是二氧化碳排放的重要点源，与直接空气捕获相比， CO_2 有较高的浓度，通过 **BTA** 研究其吸附或分离条件。



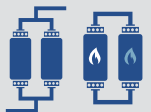
天然气分离

天然气是碳氢化合物和其他气体的混合物，在用于工业应用，家庭供暖和食品制备之前必须进行纯化。采用 **BTA** 模拟提纯实验，研究提纯条件。



吸水

由于干旱的气候或农业用水量的增加，淡水供应有限，采用 **BTA** 研究从空气中分离水的吸附过程，是世界上许多清洁地区的关键技术。



有毒气体吸附

BTA 可研究多孔材料吸附各类有毒气体的性能，用于个人防护或用于从天然气或其他工艺原料中捕获有毒气体，包括 SO_2 、 H_2S 和 NO_2 等。

应用材料



沸石

研究沸石 **5A**、**13X** 或 **LiX** 的 N_2 变压吸附，开发具有 N_2 高选择性的沸石材料空气分离和制氧的商业应用。



硅胶

胺官能化二氧化硅是有效且高选择性的吸附剂，可用于 CO_2 的直接空气捕集 (**DAC**)。



多孔膜 / 单体

多孔膜和整体涂覆的沸石或 **MOF** 通常用于提高分离过程的操作效率。



活性炭

汽车燃料系统中的挥发性有机成分 (**VOC**) 被装满活性炭的罐捕获，降低 **VOC** 排放量。



多孔氧化铝

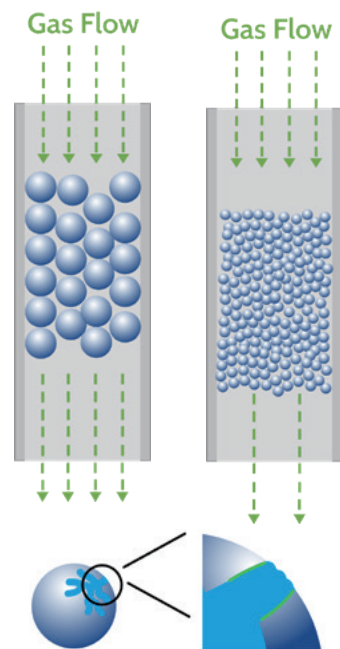
氧化铝是非常有效的吸附剂，具有从天然气中分离 CO_2 的潜在应用。



金属有机框架

MOF 是高选择性吸附剂，可有效用于苛刻的商业应用，包括烷烃和烯烃、烯烃和炔烃、 CO_2 和 CH_4 分离过程，以及 **DAC** 技术。

穿透吸附 动态分析



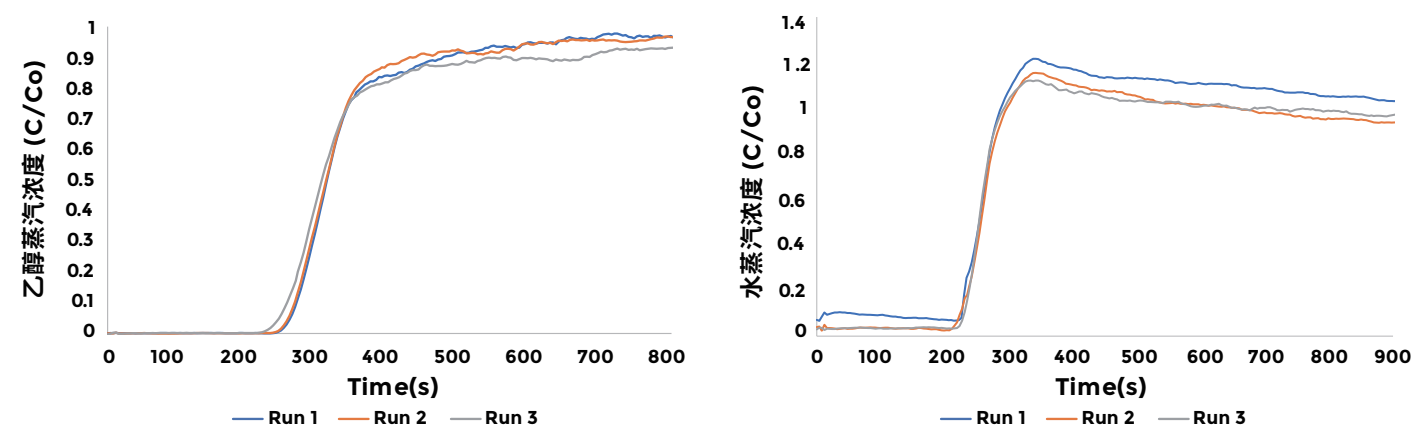
穿透曲线分析是在动态条件下研究吸附剂吸附能力的强大技术。与静态吸附测量相比，动态穿透吸附提供了许多优势。

- 轻松收集多组分吸附数据
- 确定吸附物选择性
- 模拟实际工艺条件

在进行穿透曲线分析时，样品制备是分析过程中防止压降和传质问题的关键步骤。当颗粒之间的间隙太小时，就容易发生压降。当材料的孔径与吸附分子的动力学直径相似时，就会出现传质问题。因此，适当调整颗粒大小对于获得最佳的穿透结果至关重要。

应用案例： 双组分蒸汽竞争吸附分析

Micromeritics BTA 能够同时使多达两路蒸汽流入穿透柱。恒温热箱可防止这些蒸汽流在分析过程中冷凝，并确保所有气体和蒸汽在设备内保持恒定温度。使用发生器产生蒸汽流，载气将饱和蒸汽流入穿透柱中。下图显示了在 Zeolite 13X 上进行的双组分乙醇 / 水蒸汽的穿透曲线。



图：在 50°C 下在 Zeolite 13X 上收集的乙醇蒸汽（左）和水蒸汽（右）双组分竞争性穿透曲线

分析 穿透曲线

1

完全吸附

实验初期，吸附气体被完全吸附，因此在穿透柱的出口处无法检测到气体浓度

2

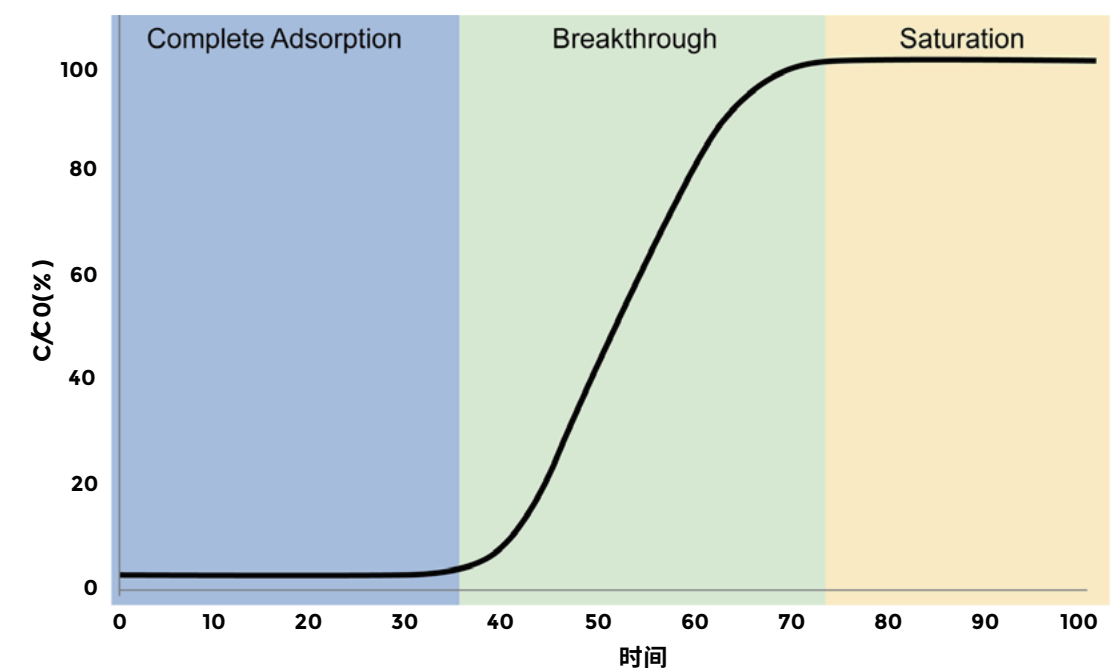
穿透过程

随着吸附的进行，吸附剂不再能够吸附进入穿透柱的全部气体，出口浓度逐渐增大

3

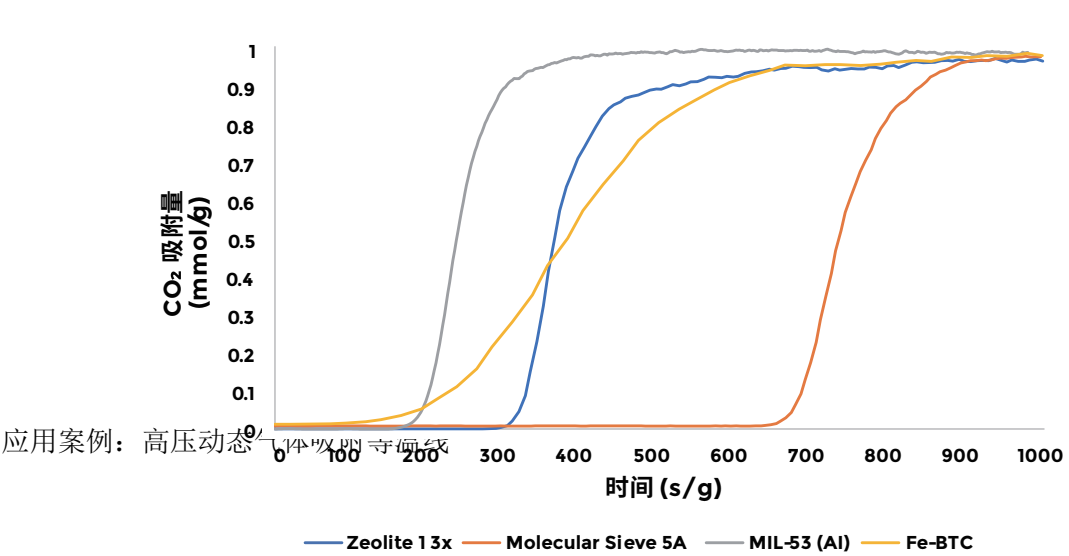
吸附饱和

吸附剂已达到饱和，不能再吸附任何吸附质气体，所有气体都被检测出来，出口浓度等于气体进口浓度



应用案例：
Zeolite 13X CO₂ 吸附穿透曲线

在沸石 13X 和 5A 以及金属有机骨架 MIL-53 (Al) 和 Fe-BTC 上进行了单组分 CO₂ 吸附穿透曲线实验。所有实验均在 30°C 下进行，气体组分为 10 sccm N₂，10 sccm CO₂ 和 1 sccm He。其中，1 sccm He 作为校准气体来标定死体积。四种材料的穿透曲线如下图 (样品质量归一化)。CO₂ 总吸附量的趋势是：分子筛 5A > 沸石 13X > Fe-BTC> MIL-53 (Al)。下表显示了以 mmol/g 为单位的吸附总量。

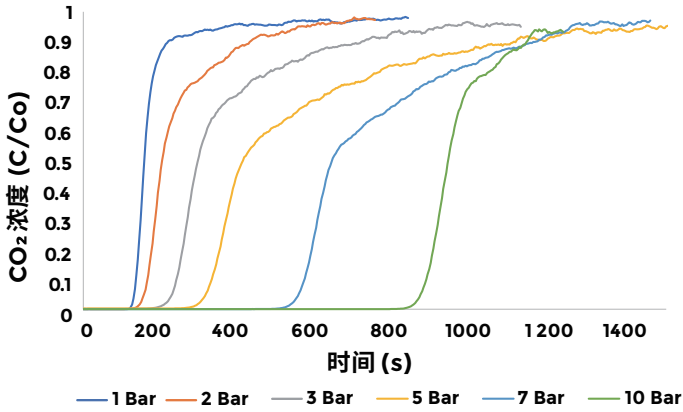


图：沸石和 MOF 材料的 CO₂ 穿透曲线

材料	CO ₂ 吸附量 (mmol/g)
ZEOLITE 13X	2.94
MOLECULAR SIEVE 5A	3.52
MIL-53 (Al)	1.23
FE-BTC	2.30

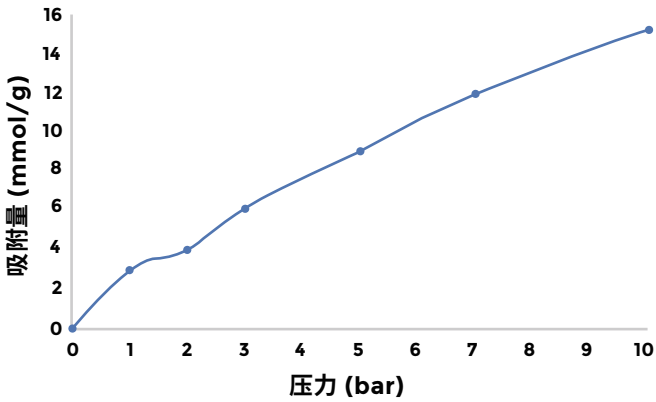
应用案例：
高压动态气体吸附等温线

沸石 13X 已被广泛研究用于催化和吸附过程。这里采用 BTA 研究沸石 13X 在 1 - 10 bar 压力范围内 CO₂ 吸附穿透曲线。使用 10 sccm N₂ 和 10 sccm CO₂ 的等摩尔混合气体进行实验。另外，1 sccm 的 He 作为校准气体混入进气流中，来标定死体积。所有测量值均在 30°C 收集。在每次测量之间，沸石 13X 样品会重新活化 12h，以确保 CO₂ 完全脱附出来。下图显示随着压力的升高，CO₂ 吸附的穿透时间延长。



图：N₂ 和 CO₂ 等摩尔混合物在 30°C, 1 - 10 bar 下 Zeolite 13X CO₂ 吸附穿透曲线

通过求解穿透方程计算每条曲线的平衡吸附说明 CO₂ 的吸附量随着压力升高而增加。下图中的动态变压吸附等温线，显示了 1、2、3、5、7 和 10 bar 压力下 CO₂ 吸附量。在 10 bar 时，沸石 13X 吸附了大约 15 mmol/g CO₂。与静态吸附测量不同，通过穿透实验收集的等温数据可以提供在模拟工艺相关条件下对吸附剂性能做出真实的评估。



图：动态平衡吸附等温线

配置
与选件

质谱仪 (MS) 多组分吸附研究通常需要质谱仪 (MS) 来监测气体成分。MS 是用于穿透曲线分析的最常见的检测器系统。	傅里叶变换红外分析仪 (FTIR) FTIR 常用于实验性穿透曲线分析，例如二甲苯或其他芳烃的分离。	湿度传感器 允许以低成本直接检测含水量。在生产控制应用中尤为有用。
样品制备系统 少量的活性材料可以与惰性载体混合以产生均匀的样品并提高分析的重复性。	CO₂ 传感器 允许以低成本直接测量 CO₂ 含量。在生产控制应用中尤为有用。	质量流量控制器和混合阀 (多达 6 路进气) 额外的质量流量控制器和混合阀可以添加到 BTA 以提高分析能力，扩大可能进行的实验范围。
穿透柱 (不同体积) BTA 可选各种不同直径 / 体积的穿透柱，以适应不同的样品形态，包括粉末、颗粒和挤出物等。	蒸汽源 (多达 2 个) 水或其他蒸气 (例如二甲苯或其他芳烃) 等蒸气源。	



BTA 安全性

一种安全且高度优化的设备，用于收集多组分系统的瞬态和平衡吸附数据。

- 软件控制实现自动关闭测试系统
- 报警输入 / 输出与中央报警系统通信
- 安全系统与电脑分离
- 炉温控制报警
- 恒温环境室温度控制报警
- 提供全系列可选安全功能，包括自动截止阀和气体探测器



BTA 软件

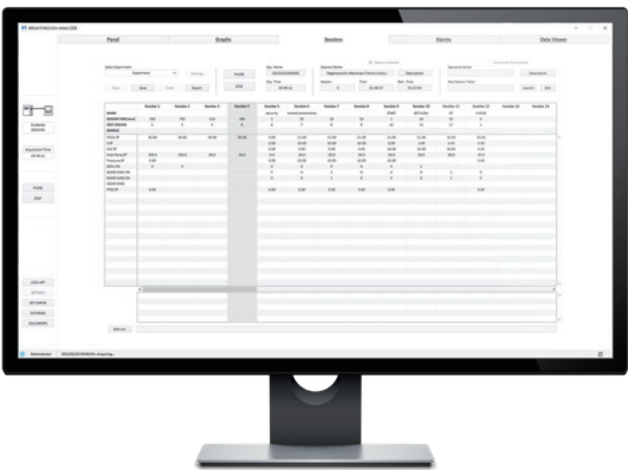


MicroActive
是直观、灵活、全面的
吸附研究分析软件

- MicroActive 软件有助于：
- 分析联用质谱仪的数据
 - 计算吸附选择性

灵活、直观、易于使用的软件支持各种实验条件，从样品预处理到样品分析全部实现自动化，能够设计循环实验。

与行业领先的 **MicroActive** 分析软件配合使用，**BTA** 系统准确且可重复地表征吸附剂，使用全面的分析方法分析数据，可为最苛刻的样品求解穿透方程。





服务支持

micromeritics.com/service

在过去 60 年中，我们为全国各地客户安装了逾 10,000 台设备，为客户服务是我们工作的核心。

服务均通过 ISO-9001 认证



1年保修
含相应零部件及人工



预防性维护



超长的正常运转时间



运营成本低



为用户提供全方位培训



各项开支可预测且易于预算
可避免产生意外运营成本

全球各地的 **Micromeritics** 工程师均经过专业培训和认证，为您提供在仪器的整个生命周期内，全方位的安装、预防性维护和维修服务。

应用支持

micromeritics.com/apps

Micromeritics 团队提供行业内高质量的应用支持和培训，我们的应用支持团队由各类行业领域的科学家和工程师组成，帮助用户从 **Micromeritics** 获取高质量的应用开发和数据分析。



为 **Micromeritics** 客户提供专业的终身应用支持



可通过 www.micromeritics.com 获取免费培训课程、应用笔记和操作说明视频



在美国、德国和中国市场，提供针对特定应用的实践培训



与工业和学术伙伴合作，不断提高材料测试质量和表征数据解析方案

业务足迹
广布全球

micromeritics.com/worldwide →

逾 10,000 台 Micromeritics 仪器每天在为各类创新企业和久负盛名的政府及学术机构的实验室服务。

更多客户选择在自身的催化剂表征系统中使用 Micromeritics 仪器。

Micromeritics
为您提供**更多优势**

更卓越的性能

更高的可靠性

更广泛的功能

更多科学家与工程师为您提供支持

更多论文采用 MIC 技术发表



扫描二维码，了解更多信息



立即联系我们！

micromeritics.com.cn

麦克默瑞提克（上海）仪器有限公司
上海市青浦区徐泾镇双联路 88 号三银基金产业园 D 座 1 楼
邮编：2017 02
全国服务热线：400-630-2202

关于 Micromeritics

Micromeritics 是提供表征颗粒、粉体和多孔材料的物理性能、化学活性和流动性的全球高性能设备生产商。我们能够提供一系列行业前沿的技术，包括比重密度法、吸附、动态化学吸附、压汞技术、粉体流变技术、催化剂活性检测和粒径测定。

公司在美国、英国和西班牙均设立了研发和生产基地，并在美洲、欧洲和亚洲设有直销和服务业务。Micromeritics 的产品是全球具有创新力的知名企业、政府和学术机构旗下 10,000 多个实验室的优选仪器。

我们拥有世界级的科学家队伍和响应迅速的支持团队，他们能够将 Micromeritics 技术应用于各种要求严苛的应用中，助力客户取得成功。

了解更多信息，请访问：micromeritics.com

© 2022 Micromeritics Instrument Corp 版权所有。除非另有说明，否则所有商标均为 Micromeritics 及其子公司的财产。Python 为 Python 软件基金会的注册商标。技术参数、条款和价格可能会有所变化。并非所有产品在所有国家/地区都可用。详情请咨询您当地销售代表。800/42700/00